Myxobacteriaceae, eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien

von

Dr. E. Zederbauer,

Assistenten am botanischen Garten der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Mai 1903.)

Als *Myxobacteriaceae* bezeichnet Thaxter[1] eine Ordnung von Bakterien, aus beweglichen fadenförmigen Organismen bestehend, die sich durch Teilung vermehren, eine gelatinöse Grundmasse ausscheiden und einen pseudoplasmodiumähnlichen Aggregatszustand bilden, bevor sie in ein mehr oder weniger hoch entwickeltes, Cysten produzierendes Ruhestadium übergehen, in welchem die Fäden ohne Veränderung sich encystieren können oder in Sporenmassen umgewandelt werden. Die Entwicklung dieser Organismen zerfällt in zwei mehr oder weniger regelmäßige Perioden, eine vegetative und bei eintretend günstigen Bedingungen in eine Periode der Fruktifikation oder Pseudofruktifikation. Im ersten Stadium bildet sich ein Schwarm von Individuen, die sich durch Teilung vermehren und durch eine gelatinöse Grundmasse zusammengehalten werden. Diese Periode, in der besonders die Bakterien in den Vordergrund treten, dauert verschieden lang und ist bei den verschiedenen Formen durch unbedeutende Variationen in der

[1] Vergl. das Literaturverzeichnis, 1, S. 394. Motile,. rod-like organisms, multiplying by fission, secreting a gelatinous base, and forming pseudoplasmodium-like aggregations before passing into a more or less highly developed cystproducing resting state, in which the rods may become encysted in groups without modification or may be couverted into spore masses.

Gruppierung der sie zusammensetzenden Individuen charakterisiert.

Der Beginn der zweiten Periode ist gekennzeichnet durch das Zusammenschwärmen der einzelnen Individuen. Während die erste Periode bei den einzelnen Gattungen wenig Verschiedenheiten aufweist, ist die zweite Periode bei den einzelnen Gattungen sehr verschieden. Bei den einfacheren Formen *(Myxococcus)* bilden die gelatinösen Massen warzenförmige Auswüchse, die sich abrunden und direkt ohne weitere Differenzierung sich zu encystieren scheinen. Anders bei einem höher entwickelten Organismus, bei *Chondromyces.* Bei Beginn der sogenannten zweiten Periode wachsen gelatinöse Massen vertikal in die Luft, indem die Basis sich zusammenzieht und gleichsam einen Stiel bildet, oben anschwillt und sich abrundet, worauf die Cysten entstehen, welche zuerst als warzenförmige Auswüchse auf der Oberfläche der angeschwollenen Enden sitzen, sich an der Basis zusammenziehen und schließlich sehr regelmäßige Formen von Cysten annehmen.

»The cysts are caducous at maturity, falling from their attachment at the slightest touch, and are disseminated through the air like the conidia of many fungi, which they closely resemble«. Deutliche Sporen — Conidien — treten bei *Myxococcus* auf, während bei den beiden anderen Gattungen *Chondromyces* und *Myxobacter* die Fäden sich mit wenig deutlicher Abänderung encystieren, soweit es Thaxter möglich war, zu beobachten.

Außer den drei bereits erwähnten Gattungen rechnet Thaxter in seiner zweiten Arbeit über *Myxobacteriaceae* (2) die von Schröter (3) unter die Pilze eingereihten Gattung *Cystobacter* zu den Myxobacteriaceen. Sowie *Cystobacter* zuerst in eine ganz andere Pflanzengruppe gezählt wurde, so wurde die schon einigemal erwähnte Gattung *Chondromyces* zuerst als Hyphomycet von Berkley und Curtis (4) beschrieben, welche Tatsache nicht ohne Interesse ist, wenngleich Thaxter die Diagnose des *Chondromyces crocatus* als Kuriosum anführt. Derselbe Organismus wurde von Zukal (5) wieder in einen anderen Pflanzenstamm, in die Myxophyten, gestellt und als *Myxobotrys variabilis* beschrieben, später aber zu den Myxobacteriaceen gezählt. Abgesehen von der letzten Auffassung,

die später vom Autor (7) selbst als unrichtig erkannt wurde, haben die beiden ersteren zum Teil jede recht, einerseits wenn Berkley und Curtis *Chondromyces* zu den Hyphomyceten rechnen, anderseits wenn Thaxter ihn zu den Bacteriaceen stellt, da an dem Aufbau des *Chondromyces* sowohl Hyphomyceten als auch Schizomyceten teilnehmen.

Diese beiden verschiedenen Pflanzenstämmen angehörenden Organismen können durch ihr Zusammenleben neue Gebilde hervorrufen, ähnlich wie Algen und Pilze durch ihr Zusammenleben das bilden, was wir Flechten nennen.

Die Tatsache, daß ein und derselbe Organismus von verschiedenen Autoren in die verschiedensten Pflanzengruppen eingereiht wurde, ist jedenfalls nicht unwichtig für die Auffassung einer Symbiose, zumal er in die zwei Pflanzengruppen gestellt wurde, die an seinem Aufbau teilnehmen, die Fungi und Schizomyceten. Es soll nun zunächst meine Aufgabe sein, die diesbezügliche Literatur zu besprechen, aus den Angaben derselben die beiden Komponenten festzustellen zu versuchen und dann auf meine eigenen Untersuchungen einzugehen.

Vorher sei es mir erlaubt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor R. v. Wettstein, meinen besten Dank für die weitgehende Unterstützung bei meiner Arbeit abzustatten, sowie Herrn Dr. K. Kornauth, Vorstand der k. k. landwirtschaftlichen bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien, und Herrn Dr. L. Hecke, Adjunkt am erwähnten Institute, die mich bei Kulturversuchen der Bakterien in freundlichster Weise unterstützten.

Wie eingangs erwähnt, hat Thaxter (1) die Myxobacteriaceen als solche infolge ihres eigentümlichen Entwicklungsganges bezeichnet, der anfangs im ersten Stadium äußerlich dem eines Myxophyten ähnlich ist, während das mikroskopische Bild deutlich die Bakterien zeigt.

Betrachten wir zunächst einen Repräsentanten der Sporen bildenden Spezies, *Myxococcus rubescens*, der auf dem Substrat als rötliches bis 1 *mm* hohes Gebilde aufsitzt, bestehend aus kleinen Stäbchen und einer rötlichen gelatinösen Masse, in der rundliche Sporen zerstreut eingebettet liegen [(1), Taf. XXV, Fig. 37—41]. Unzweifelhaft sind ja die kleinen Stäbchen in

Fig. 37 Bakterien. Was sind aber die Sporen und fadenförmige Gebilde in Fig. 39, 40, 41? Die Sporen sind mehr oder weniger unregelmäßig sphärische lichtbrechende Gebilde, ihr Durchmesser ist viel größer als der der Fäden (Stäbchen), von denen sie abstammen sollen. Wie die Sporen aus den Stäbchen entstehen, konnte von Thaxter auch bei ununterbrochener Beobachtung nicht festgestellt werden, da die Sporenbildung nur stattfindet in der Zeit, wo die Bakterien zusammen schwärmen und dadurch die Details der Umbildung vollständig verborgen bleiben. Beim Quetschen der ganzen Masse werden hie und da Sporen und Bakterien separiert und man kann Gebilde beobachten, wie Taf. XXV, Fig. 40, 41, abgebildet sind, die einzelne Sporen, Ketten von Sporen und Fäden zeigen, welche im Verhältnisse zu den Bakterien viel größer und mehrzellig sind und bereits in ein oder mehrere Sporen übergegangen sind, so daß man aus ihnen die Entstehung der Sporen erschließen kann. Die Keimung der Sporen konnte nicht gut beobachtet werden, doch scheint sie in einer Umformung der runden Gebilde in fadenförmige zu bestehen.

Wie Thaxter selbst sagt, konnte die Entstehung der Sporen aus den Bakterien nicht beobachtet werden, wohl aber zeigen die Fäden einen Übergang in Sporen, die oft in Ketten beieinander bleiben; erwähnen wir noch die Keimung der Sporen, so wie sie Thaxter annimmt, so stimmt diese Angabe auf die Entwicklung eines Hyphomyceten, etwa eines *Torula*, überein.

Aus Fäden (Hyphen) entstehen Sporen (Conidien), die keimende Spore erzeugt wieder Fäden. Daß diese Fäden keine Bakterien sind, geht erstens aus den Angaben Thaxter's selbst hervor, indem er erwähnt, daß die Fäden, aus denen die Sporen entstehen, weitaus größer sind als die Bakterien, zweitens aus seinen Abbildungen. Nehmen wir an, daß die Fig. 37, 39, 40, 41 auf Taf. XXV bei gleicher Vergrößerung gezeichnet sind — leider ist die Vergrößerung der Fig. 37 wie auch Fig. 25, wo es sich um Bakterien handelt, nicht angegeben, aber es dürfte höchstwahrscheinlich sein, daß die Vergrößerung mit der in Fig. 39, 40, 41 gleich ist — so ist nicht zu verkennen, daß die Fäden nicht indentisch sind mit den Bakterien, sondern

eher an kurze Pilzhyphen erinnern oder wie Fig. 39 an Oidien, welche Auffassung uns umso wahrscheinlicher erscheint, wenn wir die Fig. 26 *a* auf Taf. XXIV, vegetative Fäden von *Chondromyces aurantiacus,* vergleichen, wo gerade das Zerfallen der Oidien eintritt.

Ein zweiter Hinweis, daß diese Fäden nicht mit den Bakterien identisch sind, ergibt sich bei Betrachtung der Sporenbildung. In der ganzen Reihe der Schizomyceten ist eine derartige Bildung von Sporen nicht zu finden und, jedermann würde, wenn er diese Gebilde getrennt von den Bakterien betrachtet, sie nicht als Bakteriensporen, sondern als Pilzsporen ansprechen.

Myxococcus rubescens sowie die anderen Arten von *Myxococcus* sind, wie sich aus den Angaben Thaxter's ergibt, zusammengesetzt aus stäbchenförmigen Bakterien und aus *Torula* ähnlichen Pilzen. Es wird sich weiter unten Gelegenheit bieten, darzulegen, wie die beiden Komponenten, Bakterien und Pilze, zu trennen sind: einerseits wie das Bacterium selbständig ohne Pilz erzogen werden kann, anderseits wie der Pilz ohne Beisein der Bakterien zur Entwicklung gebracht werden kann; aus der einzelnen Spore entsteht bei der Keimung ein Hyphenfaden, von dem wieder Sporen abgegliedert werden. Es können also experimentell die beiden Komponenten festgestellt werden.

Wieder auf die Arbeit Thaxter's zurückkommend, will ich die Entwicklung einer zweiten Gattung, *Chondromyces*, besprechen. Im sogenannten ersten Stadium entsteht wie bei *Myxococcus* eine Ansammlung von rötlichen Massen, die aber alsbald vertikal aufwärts wachsen und schmale stielartige Träger (Cystophoren) bilden, die sich verzweigen können und an ihrem Ende sich abrunden, um dann Cysten zu bilden. Die rötliche Masse besteht im Anfangsstadium größtenteils aus Bakterien, einer gelatinösen Masse und aus Fäden, die miteinander verflochten sind, wie aus Fig. 21, Taf. XXIII, zu ersehen ist, welche ein Stadium darstellt, in dem die rötlichen Massen nach aufwärts zu wachsen beginnen, um einen Cystophor zu bilden. Im Innern des Gebildes sind die langen Hyphen ähnlichen Fäden dargestellt, auf denen Massen von Bakterien aufsitzen, die wahrscheinlich auch im Innern zwischen den Hyphen zu finden

sind. Diese langen Fäden sind auch deutlich aus den in Fig. 7, 8, 9, Taf. XXIII, dargestellten Cystophoren zu ersehen, wo sie parallel mit der Richtung der Cystophoren laufen oder mit den Cystophoren sich spiralig mitdrehen. Die am angeschwollenen Ende der Cystophoren sitzenden Cysten bestehen zum Teil aus Bakterien und zum Teil aus einer zusammenhängenden Substanz, die bei starker Vergrößerung als eine faserige amorphe Masse zu erkennen ist und mit größter Schwierigkeit durch Quetschen getrennt werden kann.[1] Die Cysten sind umgeben von einer Hülle, die verschieden stark ist bei den einzelnen Arten. Die Größe der Cysten ist sehr verschieden und variiert innerhalb der einzelnen Arten sehr. Außer den 70 bis 90 μ großen Cysten möchte ich eine Art von Cysten hier erwähnen, die kleinste in Fig. 10, Taf. XXIII, abgebildete, da sie mit den von Zukal bei derselben Art beobachteten Sporen die größte Ähnlichkeit hat, welche Art von Sporen ich bei Besprechung der Arbeit von Zukal ausführlicher behandeln will.

Wenn es verhältnismäßig unschwer war, bei der Gattung *Myxococcus* bloß aus den Angaben Thaxter's, abgesehen von den Zeichnungen, die beiden Komponenten Pilz und Bakterien, zu erkennen, so ist dies bei *Chondromyces* nicht so leicht, da man sich hier hauptsächlich auf die Zeichnungen stützen muß und nur an einer Stelle das Vorhandensein von langen Fäden klar ausgesprochen ist, wie eben erwähnt, bei den Cysten.

Die langen dünnen Fäden, welche die Träger bilden, sind nichts anderes als Pilzhyphen, die einem an *Oedocephalum* sehr erinnernden Pilz angehören. Wenn wir derartige Fäden unter den Bakterien suchen, so werden wir sie nirgends finden, auch nicht unter den Evolutionsformen. Es klingt vielmehr höchst befremdend, wenn wir den Bakterien die Fähigkeit zuschreiben, in solch lange Fäden auszuwachsen und Bildungen hervorzurufen wie *Chondromyces.*[2]

---

[1] L. c., 1, S. 397. The substance of these cysts, composed partly of rods and partly of a firm and surprisingly coherent matrix, appears at maturity even when examined under a high power of the microscope, to be composed of stringy amorphous matter which is separated by crushing with the greatest difficulty.

[2] Ähnliche Bedenken erhebt Zukal in seiner »Notiz zu meiner Mitteilung über *Myxobotrys variabilis* Zuk.« im 9. Hefte des Jahrganges 1896, indem er

Es liegt viel näher, diese Fähigkeit einem Pilz zuzuschreiben, zumal die Fäden ganz den Hyphencharakter besitzen und auch die Gesamterscheinung sehr an einen Pilz erinnert und, wie Zukal sagt, vollkommen gleicht. Nicht nur der Aufbau, sondern auch die Vermehrungsorgane stimmen zum Teil mit den Sporen von Pilzen überein. Wie besonders aus den Ausführungen Zukal's, die ich weiter unten besprechen werde, hervorgeht, sind die kleinsten Sporen, die auch Thaxter in Fig. 10, Taf. XXIII, abbildet, deutliche Pilzsporen, die durch den leisesten Windhauch zerstreut werden, gleich den großen Cysten; diese Cysten, ganz abweichend von den Sporen, bestehen aus Bakterien und einer faserigen Masse, von einer Hülle umgeben. Diese faserige Masse gleicht vollkommen, wie aus den Abbildungen Zukal's zu ersehen ist, Hyphenfäden, denselben Hyphen, die die Cystophoren bilden. Ein Teil der Hyphen vereinigt sich samt den zwischen und auf ihnen wohnenden Bakterien, wird von Schleim umgeben, der an der Luft erhärtet, und das ganze Gebilde trennt sich schließlich bei der leisesten Berührung los oder bleibt bei für die Entwicklung von *Chondromyces* besonders günstigen Bedingungen auf dem Cystophor sitzen und wächst zu einem Organismus heran, der wiederum einen Cystophor und Cysten bildet. Diese Art eines gleichzeitigen Fortpflanzens beider Komponenten, des Pilzes und des Schizomyceten, ist für *Chondromyces* höchst zweckmäßig und ist keineswegs allein dastehend, da wir ähnliche Bildungen in einer biologisch nahestehenden Gruppe, den Flechten, in den »Soredien« wiederfinden.

Die Gattung *Chondromyces* enthält außer den Cystophoren besitzenden Arten noch solche, die sehr niedrige oder gar keine Cystophoren besitzen, so *Ch. lichenicolus* und *serpens*. Die Form der Cysten ist vollständig verschieden von denen des *Ch. crocatus* und *aurantiacus* und erinnert so an Bildungen, die bei Pilzen auftreten, so daß man versucht ist, die Cysten von *Ch. lichenicolus* (Fig. 20, 22 und 23, Taf. XXIII) eher für Coremien eines

---

sagt: »Zum Aufbau eines so komplizierten Organismus, wie dies der *Chondromyces* ist, gehört eine gewisse gestaltende Kraft. Eine solche wohnt aber nach dem gegenwärtigen Standpunkt unseres Wissens weder in den einzelnen Bakterien selbst noch in dem sie einhüllenden Schleim.«

Hyphomyceten, etwa von *Stilbothamnium togoënse* P. Herm., zu halten als für eine Bildung, die ihre Entstehung Bakterien zu verdanken hat. Daß in Wirklichkeit Pilzhyphen an dem Aufbau teilnehmen, zeigt uns die Fig. 21, Taf. XXIII, auf die ich schon früher hingewiesen habe. Denken wir uns ein derartiges Coremium eines Hyphomyceten in Symbiose mit Bakterien, so wird das Bild sehr ähnlich sein den Cystophoren und Cysten von *Ch. lichenicolus.* Um diese Anschauung zu bekräftigen, bedarf es natürlich eines experimentellen Nachweises der Pilznatur der zum Pilze gehörenden Sporen. Ich werde bei Darlegung meiner Untersuchungen versuchen, an einer anderen Art von *Chondromyces*, die *Ch. lichenicolus* und *serpens* sehr nahesteht, diesen Nachweis zu erbringen.

Mehr Anspruch auf die Bezeichnung von Cysten können die von *Myxobacter,* die innerhalb des Organismus entstehen, machen, doch läßt sich aus den Angaben Thaxter's keine befriedigende Erklärung für die Auffassung einer Symbiose geben, wenngleich die Fäden in Fig. 35, 36, Taf. XXV, auf Sporen und Oidien eines Hyphomyceten schließen lassen, anderseits Bakterien an dem Aufbau des ganzen Organismus teilnehmen.

Unbeeinflußt von Thaxter's eben besprochener Arbeit untersuchte Zukal (5) einen Vertreter der Myxobacteriaceen, den er zwar nicht den Bakterien verwandt hielt, sondern als Repräsentanten einer neuen Myxomycetenordnung, den *Myxobotrys variabilis,* aufstellte, um ihn später mit dem von Berkley und Curtis beschriebenen Hyphomecet, von Thaxter zu den Bakterien gerechneten *Chondromyces crocatus* zu identifizieren.

Zukal fand auf Rindenstücken einer Korbweide aus den Praterauen bei Wien ein stecknadelkopfgroßes, fleischrotes Plasmodium, bestehend aus einem farblosen homogenen Hyaloplasma und einer sehr großen Menge von Körnern (Mikrosomen) von meist stäbchenförmiger, bazillenartiger Form, dicht aneinanderliegend, so daß sie das Plasmodium fast undurchsichtig machen; sie speichern, gleich Bakterien, leicht Farbstoffe, so z. B. Methylenblau. Während des Wachstumes enthalten die Plasmodien allerhand Ingesta, Protococcen, Flechtengonidien, Pilzsporen etc., welche ausgestoßen werden, sobald sich das

Plasmodium zur Sporenbildung anschickt. Das Plasmodium kriecht an einem etwas erhöhten Gegenstande in die Höhe, um fast kugelige Zweige zu treiben, die sich durch Ausscheiden einer zarten Membran in längliche Sporen verwandeln. Diese erste Art von Sporen sitzen entweder direkt oder auf einem sehr kurzen Stiel dem Substrat auf, sind 60 bis 90 μ groß und haben orangroten Inhalt, aus langen Fäden bestehend (Fig. 3 *a*, *b*, Taf. XX). Eine zweite und dritte kleine Art von Sporen von ähnlicher Beschaffenheit, aber etwas kleiner, beobachtete Zukal auf senkrecht oder schief aufsteigenden, stumpf kegelförmigen Säulchen. Die dritte Art von Sporen sitzt auf ziemlich dicken, zylindrischen weiten Trägern auf. Dieser eben erwähnte Typus wird von Zukal als eine Hemmungsbildung der nächstfolgenden Form angesehen, dürfte aber eher als ein Entwicklungsstadium aufzufassen sein. Besonders interessant ist aber die Bildung der letzten Art von Sporen. Von einem winzigen Plasmodium bildet sich ein schlanker Kegel bis zur Höhe von $^1/_2$ *mm*, an dessen Spitze sich eine größere Menge von Protoplasma in Form einer Kugel ansammelt — wahrscheinlich erfüllt von langen Fäden wie die vorigen sogenannten Sporen — die sich aber nicht in eine Spore verwandelt, sondern aus der dünne, kugelig anschwellende Plasmazweige sprossen. Aus diesen Anschwellungen gehen Sporen mit einer deutlichen Membran von elliptischer Form, auf Sterigmen sitzend, hervor, 22 μ lang, 11 bis 12 μ breit (Fig. 20, 20 *b*, Taf. XX). Es hat den Anschein, als ob jede einzelne Spore mit einer Unmasse von Stäbchen oder bakterienähnlichen Körpern erfüllt sei. Während der Sporenbildung umgibt sich der erwähnte Plasmakegel und die kugelige Anschwellung auf demselben mit einer dicken, gelben und rötlichen Haut und staltet sich so in einen hyphenartigen Sporenträger um.

»Der ganze Organismus gleicht dann bis auf das kleinste Detail, nämlich bis auf die Sterigmen herab, gewissen Conidienformen der echten Pilze, z. B. einem Haplotrichum oder Oedocephalum ...«

Wenn auch die bis jetzt angeführten Beobachtungen Zukal's uns den Pilzcharakter mehr oder weniger deutlich zeigen, so sind noch mehr die Verhältnisse des inneren Auf-

baues geeignet, uns zu überzeugen, daß an der Bildung dieses Organismus sowohl Pilze als auch Bakterien teilnehmen.

Zur Zeit, »wo sich das Plasma zur Sporenbildung anschickt, sind die eingangs erwänten stäbchenförmigen Mikrosomen verschwunden und an ihrer Stelle sieht man sehr zahlreiche, lange, gleich dicke Fäden« (Fig. 21, Taf. XX). Zukal glaubt, daß diese fädigen Gebilde, die parallel zur Hauptachse des »Sporenträgers« laufen, als Stützen der ziemlich hohen Plasmasäulen dienen. Diese Fäden finden sich in den sogenannten Sporen der drei ersten Typen, die ja nach ihrer Beschaffenheit nichts anderes sind als sich loslösende Partien von Fäden (Hyphen), vereint mit Mikrosomen (Bakterien), wenigstens die erste Art der Sporen, aus welchen Gebilden sofort neue Plasmodien herauswachsen. Es sind dies die Fortpflanzungsorgane beider Komponenten, der Pilzhyphen und Bakterien, die »Cysten« Thaxter's, die ihr Analogon in den Soredien der Flechten finden. Die letzte Art der Sporen, die hingegen keine Fäden besitzen, sondern scheinbar stäbchen- oder bakterienähnliche Körper, welche Erscheinung auch der Inhalt mancher Pilzsporen zeigt, sind die Fortpflanzungsorgane des Pilzes, wahrscheinlich gleichbeschaffen mit den Sporen des dazu gehörenden ohne Bakterien lebenden Pilzes.

Als besonders auffallende Eigenschaften an dem Organismus erwähnt Zukal zwei, nämlich die Vielgestaltigkeit und Ähnlichkeit mit gewissen Conidienformen echter Pilze.

Sein *Myxobotrys variabilis*, so nennt er ihn, gleicht in allen Teilen einem echten Pilz, nur, wie er meint, in der Form der Hyphen nicht, welche er Plasmodium-Pseudopodien nennt, obgleich er die fundamentalen Unterschiede zwischen Plasmodiumzweig und Hyphenzweig bezweifelt. Zukal war bei dieser ersten Untersuchung über Myxobakterien einerseits weitaus näher der richtigen Auffassung, da er den Pilzcharakter des *Myxobotrys* besonders hervorhebt und infolge des Umstandes, daß er *Myxobotrys* für einen Myxomyceten hält, auf Grund der beobachteten Hyphen eine Verwandtschaft der Myxomyceten mit den echten Pilzen herausfinden will. Während er bei der Beurteilung der fadenförmigen (Hyphen) Gebilde auf

der richtigen Fährte war, ist er bei der Erklärung der stäbchenförmigen Organismen weniger glücklich gewesen, da er sie für Mikrosomen hält und infolge dieser unrichtigen Auffassung *Myxobotrys* zu den Myxophyten stellt.

Wie sind nun, um es kurz zusammenzufassen, das sogenannte Hyaloplasma, die Mikrosomen, die Pseudoplasmodien und die verschiedenen Arten von Sporen aufzufassen? Ohne Zweifel sind die Mikrosomen, wie Zukal in einer späteren Abhandlung (6) sagt, Bakterien, die eine Schleimmasse ausscheiden, das Hyaloplasma. Es wurde also von zwei Autoren, von Thaxter und Zukal, die Bakteriennatur der stäbchenförmigen Körperchen des *Chondromyces crocatus* nachgewiesen. Zwischen dieser Schleimmasse und den Bakterien wachsen aus Sporen (Pilzsporen), die auf dem Grunde des ganzen Gebildes liegen, Hyphen (Plasmodium-Pseudopodien) hevor, auf denen und zwischen denen die Bakterien hinaufkriechen. Besonders deutlich sind diese Hyphen zur Anschauung in Fig. 21, Taf. XX (5), gebracht, welches ein Stück fertiles Plasmodium darstellt, das statt der Mikrosomen von sehr langen Fäden erfüllt ist. Nicht nur das mikroskopische Bild läßt uns die Zugehörigkeit zu den Pilzen erkennen, sondern noch viel mehr der ganze Habitus, wie Zukal selbst behauptet, indem er sagt, daß der ganze Organismus bis auf das kleinste Detail gewissen Conidienformen der echten Pilze gleicht. Betrachten wir noch die Sporenbildung und zwar zuerst die vierte Art von Sporen, die auf deutlichen Sterigmen sitzen, 22 μ lang, 11 bis 12 μ breit sind, deren Gestalt und Inhalt an den von Pilzsporen erinnert [Fig. 20*a*, 20*b*, Taf. XX (5)] und zweifellos die Sporen des dazu gehörigen Pilzes darstellen. Die anderen Arten von Sporen sind von diesen ganz verschieden in Bezug auf Gestalt und Inhalt. Ihr Inhalt besteht aus Bakterien und Fäden (Hyphen) und bei ihrer Keimung treten die Fäden samt den Bakterien heraus und schreiten sofort zur Bildung eines neuen Organismus [Fig. 3*a*, *b*, Taf. XX (5)]. Sie kommen gleich den »Cysten«, wie sie Thaxter bei *Chondromyces* nennt, und stellen, wie schon erwähnt, ein Fortpflanzungsorgan beider Komponenten dar. Es läßt sich sowohl aus der Abhandlung Thaxter's wie

Zukal's und zwar aus letzterer viel deutlicher ersehen, daß an dem Aufbaue des *Chondromyces* einerseits ein Pilz, anderseits ein Schyzomycet teilnimmt, die beide zusammenleben und es bereits zur Ausbildung gemeinsamer Fortpflanzungsorgane, den »Cysten«, gebracht haben.

Ein Umstand, der für den teilweisen Pilzcharakter des *Chondromyces* spricht, ist der, daß er eigentlich zuerst als Hyphomycet beschrieben wurde (4), was ja nicht unverständlich ist, wenn wir bedenken, daß die beiden Beobachter ein Stadium von *Chondromyces* untersuchten, wo der Pilz in den Vordergrund trat (die zweite Periode), anderseits die ihn umhüllende schleimige Masse durch das Mikroskop nicht als Bakterien erkannt werden konnte.

In einer einige Monate später erscheinenden Notiz (6) über seinen *Myxobotrys* hält er zwar an der Auffassung, daß *Myxobotrys*, nun *Chondromyces* genannt, zu den Myxophyten zu zählen sei, schließt sich aber in seiner Arbeit über die Myxobakterien (7) nach noch einmaliger Untersuchung des ganzen Entwicklungsganges der Anschauung Thaxter's an, doch scheint ihm ein solches harmonisches Zusammenleben der einzelnen Bakterien nach Zeit und Ort zu einem bestimmten architektischen und biologischen Zweck eine der wunderbarsten Anpassungen. In dieser zweiten Abhandlung beschreibt er eine Art der Gattung *Myxococcus,* deren Entwicklungsgang wiederzugeben nicht ohne Interesse sein mag, in Hinblick auf die Beobachtungen Thaxter's an derselben Gattung. Die Bakterien sind gestreckt, flexil, an den Enden abgerundet, 4 bis 7 μ lang und bilden tröpfchenförmige, zuweilen kurzgestielte Haufen von zirka 1 *mm* Durchmesser. Innerhalb dieses Häufchens tritt Sporenbildung ein, wobei die Stäbchen in die Länge wachsen und sich gleichzeitig durch mehrere Querwände teilen, wodurch einzelne Zellen entstehen, die sich abrunden, vergrößern, mit einer derben Haut umgeben und zu kugeligen Sporen werden. Diese Sporen werden längere Zeit perlschnurartig, zum Teil auch durch die sie umgebende Gallerthülle zusammengehalten. Die Stäbchen und die daran sitzenden Sporen sind im Schwarm garbenförmig angeordnet, so daß das ganze Gebilde lebhaft an ein Conidienköpfchen eines Schimmelpilzes (Fig. 2) erinnert;

die Ähnlichkeit wird noch erhöht, daß fast sämtliche Stäbchen und Sporen auf demselben Bogen des Schnittes nahezu auf der gleichen Entwicklungsstufe stehen, eine Anordnung und Gruppierung, die man bei Pilzen öfters findet.

Eine derartige Sporenbildung ist bei den Bakterien bekannt, hingegen erinnert der Entwicklungsvorgang der Gebilde an Conidien von *Torula* sowie bei den von Thaxter untersuchten Arten von *Myxococcus*. Zukal glaubt, daß hier eine echte Athrosporenbildung vorliegt. Sporenkeimung wurde von ihm nicht beobachtet. Wenn Zukal behauptet, daß die Stäbchen bei der Sporenbildung in die Länge wachsen und durch Querwände vielzellig werden, so entspricht dieser Vorgang eher den Wachstumserscheinungen von Pilzhyphen als von Bakterien. In der Tat sind auch die in Fig. 3, Taf. XXVII (7), dargestellten vielzelligen Fäden mit den Sporen Pilzhyphen mit Conidien viel mehr ähnlich als Bakterien und Bakteriensporen, mit denen sie eigentlich gar keine Ähnlichkeit haben. Gleichen nicht die einzelnen Stäbchen, Fig. 4, eher in Zerfall geratenen Hyphen, Oidien, als Bakterien? Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir es mit Pilzhyphen und Sporen zu tun haben, ebenso wie bei den von Thaxter beschriebenen *Myxococcus*-Arten, die in Symbiose mit Bakterien leben.

Was die Fig. 5 anbelangt, so befremdet sie mich keineswegs mit Rücksicht auf ähnliche Formen von Hyphen, die ich bei Untersuchung von *Myxococcus* zu beobachten Gelegenheit hatte.

Außer *Myxococcus macrosporus* beschreibt Zukal einen zweiten zu den Myxobacteriaceen gehörenden Organismus, *Polyangium vitellinum* Link = *Myxobacter aureus* Thaxter, in dessen Innern ziemlich große Cysten liegen, bestehend aus dicken Gallertkapseln, worin stäbchenförmige Bakterien sind. Es läßt sich bei dieser Gattung aus den Beschreibungen Zukal's ebensowenig wie aus den Angaben Thaxter's eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien mit voller Sicherheit feststellen, obgleich einiges dafür spricht; so lassen die Fig. 8, 9, Taf. XXVII (7), ebenso wie die Abbildungen von Thaxter, Fig. 35, 36, Taf. XXV (1), auf Pilzhyphen und Bakterien schließen. Da aber, wie eben erwähnt, die Symbiose zwischen Pilzen

und Bakterien bei der Gattung *Myxobacter* nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden kann, so will ich diese Gattung bei der kritischen Betrachtung ausschließen und nur als höchstwahrscheinlich zu den Myxobacteriaceen gestellt wissen.

In seiner zweiten Arbeit über Myxobakterien beschreibt Thaxter (2) noch einige neue Arten von *Chondromyces*, *Myxococcus* und rechnet den von Schröter als Hyphomycet beschriebenen *Cystobacter* zu den Myxobakterien, so daß im ganzen vier Gattungen mit 15 Arten, wenn wir *Polyangium* dazurechnen, in die Gruppe der Myxobakterien gehören, von denen einige weit verbreitet sind, ja nach der Meinung Zukal's (7) Kosmopoliten sind, so z. B. einige Arten von *Chondromyces*, eine Auffassung, die nicht unwahrscheinlich erscheint, wenn wir bedenken, daß Bakterien und Pilze über die ganze Erde verbreitet sind.

Von besonderem Interesse in der eben erwähnten Abhandlung von Thaxter sind die Cysten von *Chondromyces apiculatus*, die in Fig. 7 bis 12, Taf. XXX, deutlich die abgerissenen Hyphen zeigen, umgeben in der Mitte von einer Schleimmasse und Bakterien. Es sind dies junge, vielmehr noch nicht reife Cysten, bei denen die Abtrennung der Hyphenfäden noch nicht erfolgt ist. *Chondromyces erectus* und *gracilipes* erinnern in Form und Entwicklung der Cysten an Coremien von Hyphomyceten sowie *Chondromyces lichenicolus*.

Von ähnlichem Habitus ist *Myxococcus stipitatus*, welcher einen Stiel ausbildet, der sich oben erweitert abrundet, sich so der Gattung *Chondromyces* nähernd. Diese Art bildet deutliche Sporen, Fig. 33, Taf. XXXI, welche ganz den Sporen von Pilzen gleichen und keineswegs Ähnlichkeit mit Bakteriensporen aufweisen.

Es sprechen sowohl der Gesamthabitus wie die Sporen für einen Pilz, so daß wir kaum zweifeln können, daß an seinem Aufbau ein Pilz beteiligt ist, der in Symbiose mit Bakterien lebt. Bei einer zweiten Art von *Myxococcus*, *Myxococcus cruentus*, beschreibt Thaxter Cysten mit deutlicher Hülle, innerhalb welcher Sporen, Pilzsporen, so wie sie in Fig. 29, Taf. XXXI, abgebildet sind, in eine faserige zusammenhängende Masse eingebettet sind, so daß sie in Bezug auf ihre innere Beschaffenheit

an die Cysten von *Chondromyces* erinnern, mit denen sie auch in biologischer Hinsicht übereinstimmen, da sie ja gleich den Cysten von *Chondromyces* die Aufgabe haben, beide Komponenten, den Pilz und die Bakterien, die höchstwahrscheinlich in der amorphenfaserigen Masse (Hyphen) enthalten sind, gleichzeitig fortzupflanzen, gleich den Soredien der Flechten.

Bei *Myxococcus rubescens* konnte Thaxter die Bildung der Sporen, die in einer direkten Umbildung der Fäden in Sporen besteht, Fig. 36 (*a* bis *j*), Taf. XXXI, und die Keimung derselben beobachten, wobei aus der Spore an einer Stelle, selten an zwei Stellen, ein fadenförmiges Gebilde entsteht, das sich bei weiterem Wachstum teilt (Fig. 35, Taf. XXXI). Der ganze Entwicklungsgang gleicht ganz dem bei der Keimung eines Pilzsporen und hat keineswegs eine Ähnlichkeit mit der Art der Keimung der Sporen von Bakterien. Dieser Vorgang zeigt deutlich, daß wir es nicht mit Bakteriensporen zu tun haben, sondern mit Pilzsporen. Leider ist die weitere Entwicklung des Hyphenfadens nicht beobachtet.

Die Gattung *Cystobacter* nähert sich sehr *Myxobacter*, da auch die Cysten in der gelatinösen Grundmasse liegen. Es läßt sich so wie bei *Myxobacter* nicht mit voller Sicherheit die Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien feststellen, obgleich die fadenförmigen Gebilde in Fig. 38 mehr für Pilzhyphen, in Fig. 39 mehr für Pilzsporen sprechen als für Bildung von Bakterien. Es wären also diese beiden Gattungen mit je einer Art nicht zu den Myxobacteriaceen zu stellen oder nur als Myxobacteriaceen, für eine Ordnung von Bakterien zu halten und die beiden Gattungen *Chondromyces* und *Myxococcus* mit ihren zahlreichen Arten auszuschalten. Doch gehören die beiden erstgenannten Gattungen ohne Zweifel zu derselben Gruppe wie *Chondromyces* und *Myxococcus*, was sich zwar heute noch nicht beweisen aber mit fast voller Sicherheit erschließen läßt, infolgedessen aber von der kritischen Betrachtung ausgeschlossen werden müssen.

Eine kritische Prüfung der Literatur, von dem Gedanken der Erscheinung einer Symbiose ausgehend, ergibt, um es kurz zusammenzufassen, folgendes als möglich und höchstwahrscheinlich:

An dem Aufbaue der Arten von *Myxococcus* und *Chondromyces* sind zwei verschiedene Organismen tätig, einerseits Schizomyceten oder Bakterien und Fungi und zwar Hyphomyceten.

Die Bakterien sind von den beiden Autoren Thaxter und Zukal nachgewiesen. Bei *Myxococcus* und *Chondromyces* sind Gebilde beobachtet, die kein Analogon in der Gruppe der Schizomyceten finden, hingegen in ihrer ganzen Erscheinung sowie in ihrer Entwicklung Pilzhyphen vollkommen gleichen.

Bei *Myxococcus* sind Sporen vorhanden, die nach Art ihrer Entstehung und Keimung Pilzsporen (Athrosporen) ähnlich sind und nicht Bakteriensporen.

Bei *Chondromyces* sind ebenfalls Pilzsporen nachzuweisen, hingegen weist das Vorhandensein von zahlreichen Hyphen deutlicher auf die Pilznatur hin.

Bei *Myxococcus* und *Chondromyces* kommen »Cysten« vor, die zur Fortpflanzung beider Komponenten, der Bakterien und Pilze, dienen.

Hingegen ist bei den Gattungen *Myxobacter* und *Cystobacter* die Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien nicht so sicher wie bei *Chondromyces* und *Myxococcus* festzustellen,

---

Ungefähr vor $1^1/_2$ Jahren brachte mir der Diener des botanischen Museums der k. k. Universität in Wien, Groschopf, seinen schon durch eine Reihe von Jahren zum Naßmachen gummierten Papieres benützten Badeschwamm, der von einer etwas schwach rötlichen, glänzenden Masse überzogen war, welcher Überzug schon einigemal durch Wasser entfernt wurde, aber in kurzer Zeit wieder den ganzen Badeschwamm überzog. Dieser schleimig glänzende Überzug glich in seinem Äußern ganz einem Plasmodium eines Myxophyten, doch zeigte das mikroskopische Bild, daß wir es keineswegs mit einem Schleimpilz zu tun haben. Die Hauptmasse waren stäbchenförmige Organismen, die lebhaft an Bakterien erinnerten, darunter kettenförmig aneinandergereihte Kügelchen, zuweilen an kurzen Fäden sitzend, die durch ihre Gliederung in Zellen und durch ihr Aussehen Hyphen glichen, während die Kügelchen Sporen, Conidien, sehr ähnlich waren. Die Sporen lagen auch

einzeln herum oder zu zwei vereinigt, daran ein einzelliger kurzer Faden, als ob die Spore soeben gekeimt hätte. Bei ungestörter Kultur auf ihrem ursprünglichen Nährboden erhob sich der schwach rötliche Überzug in Form von kleinen 1 bis 2 *mm* hohen Tröpfchen, die dann untereinander zusammenflossen und nun erst recht durch ihr schleimig glänzendes Aussehen den Eindruck machten, als läge ein Myxomycet vor. Am Grunde der Tröpfchen, dem Substrat anliegend, fanden sich Fäden und Sporen, sich hie und da in die Höhe erstreckend, wo vorwiegend Bakterien in Schleim eingehüllt waren (Fig. 2, Taf. I). Ich versuchte zunächst die Bakterien, die eine Länge von 3 bis 4 μ und eine Dicke von 1·4 bis 1·7 μ hatten, allein zu ziehen, was umso leichter gelang, da es auf dem gewählten Nährboden, Peptongelatine, sehr gut gedieh, während die kugelförmigen und fadenförmigen Gebilde, die ja, wie die Kulturversuche erwiesen, nichts anderes sind als Pilzhyphen, und die dazugehörenden Sporen zwar anfangs sich gut entwickelten, bald aber vom sehr rasch wachsenden Bacterium weitaus überholt und in den Hintergrund gedrängt wurden. Auf den Gelatinekulturen wuchs bei Zimmertemperatur und im Licht das Bacterium sehr rasch, indem von der Impfstelle weite Fäden nach allen Richtungen ausstrahlten (Fig. 1, Taf. II), die sich ineinander verflochten, die ganze Oberfläche des Substrates mycetartig überzogen und schließlich ein Häutchen bildeten, das bei älteren Kulturen der verflüssigten Gelatine eine Zeit lang schwamm und dann am Grunde zu liegen kam. Diese Fäden, die das Häutchen bildeten, bestanden aus Bakterienketten, Fig. 2, 3, 4, Taf. II, die oft mehrere aneinander lagen, später in Zerfall gerieten, indem die einzelnen Bakterien sich trennten. Nicht nur an der Oberfläche des Nährbodens gedieh das Bacterium, sondern auch im Innern, freilich nicht so gut wie bei Luftzutritt. Wiederholte Kulturversuche mit jedesmal frisch entnommenem Material zeigten immer dasselbe Bacterium, so daß es außer Zweifel ist, daß nur eine Art von Bakterien und zwar eine bestimmte an dem Aufbaue dieses Organismus teilnimmt.

Es teilt den Farbstoff, den es beim Zusammenleben mit dem Pilz ausscheidet, den Kulturen nicht mit, sondern bildet

schmutzigweiße Überzüge. Bei älteren Kulturen trat Sporenbildung, wie sie den Bakterien eigen ist, ein (Fig. 5, Taf. II), die 2 μ lang und 1·5 μ dick sind. Geißeln besitzt es nicht, wie die Probe nach der van Emergem'schen, von Hinterberger verbesserten Methode zeigte; außerdem ist auch bei den Geißeln besitzenden Bakterien eigene Bewegung nicht zu beobachten.

Kulturversuche auf Agar-Agar zeigten ein ähnliches Verhalten der Bakterien wie auf Gelatine. Es bildete sich ebenfalls auf der Oberfläche ein weißes Häutchen von netzartig verzweigten und ineinander verflochtenen Fäden, bestehend aus Bakterienketten, doch wurde Agar-Agar nicht verflüssigt. Bei Strichkulturen bildet sich auf der Oberfläche ein Netzwerk von feinen Fäden, während im Innern des Nährbodens das Bacterium weitaus langsamer sich entwickelte.

Versuche, es auf sterilisiertem Brot und Kartoffeln zu ziehen, mißlangen.

Während das Bacterium auf Gelatine und Agar-Agar sehr rasch wuchs, wurden die Hyphen zum Teil verdrängt; sie wurden zwar länger in Zellen etwas gestreckt und schnürten Sporen ab (Fig. 17, 18, Taf. I), konnten aber in der verflüssigten Gelatine nicht mehr beobachtet werden.

Auf Agar-Agar schienen sie sich gar nicht weiter zu entwickeln.

Es wurde nun der Versuch gemacht, den Pilz in der feuchten Kammer zu ziehen. Eine vom Substrat abgenommene Probe wurde auf einen Objektträger möglichst fein verteilt, so daß einzelne Sporen allein zu liegen kamen, mit dem Deckglas überdeckt und in einem abgeschlossenen Raum trocken gehalten. Nach einigen Tagen wurde der Objektträger in eine feuchte Kammer gegeben, wo sich das Bacterium nicht mehr entwickelte, sondern nur der Pilz, dessen Sporen zur Keimung gelangten, indem aus der Spore ein Schlauch getrieben wurde, der alsbald sich verlängerte und durch auftretende Querwände in mehrere Zellen sich teilte (Fig. 14, 15, Taf. I). Hatte der Hyphenfaden eine gewisse Länge erreicht, so wurden Sporen abgeschnürt, Conidien. Fig. 16, Taf. I, stellt eine Kolonie von keimenden Conidien dar. Es lagen mehrere Conidien beisammen, von denen nach allen Seiten Hyphenfäden auswuchsen, um

dann wieder Conidien zu bilden. Die Hyphenfäden hatten sich in der feuchten Kammer etwas verändert, indem die einzelnen Zellen etwas langgestreckt und schmal wurden. Die Sporen haben fast dieselbe Größe und Beschaffenheit wie die Sporen, aus denen die Hyphen gezogen wurden; sie waren rundlich, einzellig, dunkelbraun, glatt und hatten 4 bis 8 μ im Durchmesser. Nicht nur die einzelnen Sporen wachsen in der feuchten Kammer ohne Beisein des Bacteriums zu langen Hyphenfäden aus, sondern auch die einzelnen Oidien, die durch Zerfall von Hyphen entstehen (Fig. 22, 25, 27, 28, Taf. I), oder einzelne Hyphenfäden, deren Zellen sich verändern, indem sie langgestreckt und schmal werden.

Es ist also experimentell gelungen, einerseits das Bacterium und den Pilz zu trennen, beide gesondert zu kultivieren und zur Vermehrung und Fruktifikation zu bringen, den biologisch einheitlichen Organismus in seine Komponenten zu zerlegen.

Es wäre also noch eine weitere Aufgabe, aus beiden getrennten Komponenten den ursprünglichen Organismus wieder zu erzeugen, was aber bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Immerhin genügen die bis jetzt vorliegenden experimentellen Kulturversuche vollkommen, um die Auffassung zu bestätigen, daß der vorliegende Organismus aus Pilzen und Bakterien besteht, die wahrscheinlich in Symbiose leben so wie Algen und Pilze bei den Flechten. Wie ich aus der Literatur ersehen konnte, gehört der vorliegende Organismus zur Gattung *Myxococcus*, die von Thaxter aufgestellt wurde; da sich diese Art mit keiner der beschriebenen identifizieren ließ, so nenne ich ihn wegen seiner Fähigkeit, Überzüge auf den mit Gummi durchtränkten Badeschwamm zu bilden, *Myxococcus incrustans*.

Eine interessante Erscheinung ist die Vermehrungsweise, wodurch zu gleicher Zeit sowohl der Pilz und das Bacterium gemeinsam vermehrt werden, nämlich die »Cysten« (Fig. 30, Taf. I), um denselben Ausdruck zu gebrauchen wie Thaxter, der darunter ähnliche Gebilde zuerst bei *Chondromyces* beschrieb, die er aber nicht als Vermehrungsorgane von Pilzen und Bakterien ansah, sondern gemäß seiner Auffassung der Myxobacteriaceae als Vermehrungsorgane der Bakterien.

Diese Cysten bestehen, wie Fig. 30, Taf. I, zeigt, aus Conidienketten und Bakterien, umgeben von einer gemeinsamen Hülle, die wahrscheinlich aus an der Luft erhärtetem Schleime besteht, der von den Bakterien abgesondert wird. Bei der Keimung platzt die Hülle und es wächst der neue Organismus sofort heran, während bei der gesonderten Vermehrung der Komponenten die Vermehrung des Gesamtorganismus von verschiedenen Umständen abhängig ist und es dem Zufall überlassen ist, ob ein Bacterium zu dem dazu gehörigen Pilze gelangt oder umgekehrt.

Es wird ja wahrscheinlich sein, daß bei den verschiedenen Arten von Myxobacteriaceen dieselben Arten von Bakterien auftreten, die im Verein mit verschiedenen Pilzen, welche bei den einzelnen Myxobacteriaceen formbestimmend sind, verschiedene Arten bilden, entsprechend den verschiedenen Pilzen, so etwa wie ein und dieselbe Art von Algen mit verschiedenen Pilzen verschiedene Flechten bildet.

Wie erwähnt, bildet *Myxococcus incrustans* einen rötlichen bis blaßrötlichen Überzug auf dem mit Gummi durchtränkten Badeschwamm und zwar während der Hauptvegetationszeit, die nach zweijährigen Beobachtungen, im erwähnten Institute bei gewöhnlicher Zimmertemperatur kultiviert, in die Monate Februar, März, April fällt. In der warmen Jahreszeit erscheint auf dem Badeschwamme eine schwärzlich glänzende Masse, bestehend aus Bakterien und zahlreichen dunklen Hyphenfäden und Conidien. Die rötliche Farbe scheint nicht konstant zu sein, da er auf anderen Schwämmen, auf denen *Myxococcus* wuchs, Überzüge bildete, die sehr blaßrot gefärbt waren, fast eher blaßgelblich zu nennen sind.

Im Herbste vorigen Jahres gelang es mir, einen zweiten Repräsentanten der Myxobacteriaceen zu finden, eine Art der Gattung *Chondromyces.* Zuerst fand ich *Chondromyces glomeratus* — so will ich ihn wegen seines Aussehens nennen — auf einem Buchenstrunk bei Stössing im Wienerwald, wo er auf der noch nicht ein Jahr alten Schnittfläche in zahlreichen Exemplaren wuchs. In demselben Herbste konnte ich ihn noch an zwei anderen Orten im Wienerwald finden, bei Purkersdorf und bei

Klosterneuburg, jedesmal auf nicht zu alten Buchenstrünken, die noch nicht zu faulen begannen.

Unser *Chondromyces* bildet sitzende, gewundene oder niedergedrückte Lappen von verschiedener Gestalt, oft kleine zahlreiche aneinander sitzende, hie und da an der Basis verwachsene, längliche Gebilde, alle von rötlichem, schleimig glänzendem Aussehen und weich knorpeliger Beschaffenheit. Die kleinen, anfangs warzenförmigen Auswüchse erreichen eine Höhe von 4 bis 5 *mm* (Fig. 6, Taf. II) und stehen fast immer mehrere in einer Gruppe. Das ganze Gebilde erinnert sehr an Tremellineen.

Was zeigt aber das mikroskopische Bild? Durchschneiden wir, so gut es infolge seiner weichen Beschaffenheit geht, einen jungen Thallus, so sehen wir zahlreiche dünne, lange Fäden, die aus am Grunde liegenden Sporen entstehen, durcheinanderlaufen und am Rande eine dichte Schichte bilden. Zwischen den dünnen Fäden, die nichts anderes als Hyphenfäden sind, liegen sehr kleine stäbchenförmige Körper, die Zwischenräume ausfüllend und das ganze Gebilde einhüllend. Diese kleinen stäbchenförmigen Körper sind Bakterien, wie die Färbungen und Kulturen zeigten, die in reger Bewegung sind, Schleim zu bilden scheinen, so daß der ganze Thallus von einer schleimigen Masse erfüllt ist.

Die langen, 3 bis 4 μ dicken Fäden sind septiert, hyalin und bilden am Rande eine Schichte von Conidienträgern. die reich verzweigt und mehreremal gabelig verteilt sind. Während die Zellen der im Innern gelegenen Hyphen sehr lang und schmal sind, nehmen die unteren Conidienträgerzellen eine gedrungene Form an und sind weitaus kürzer (Fig. 9, 10, Taf. II). An den Conidienträgerzellen sitzen meist in Ketten die Conidien, welche rundlich bis länglich oval, 7 bis 12 μ groß sind und eine dünne bräunliche Membran besitzen (Fig. 11, 12, Taf. II).

Es gelang, einzelne Conidien in der feuchten Kammer zur Keimung zu bringen, welche dieselbe Erscheinung wie die Keimung einer Pilzspore darbot, doch konnten die Hyphen nicht zur Entwicklung von Conidienträgern gebracht werden.

Es war mir nur zu tun, die Natur der kleinen stäbchenförmigen Körper festzustellen. Die Färbungen mit Methylen-

blau und Fuchsin auf Bakterien gelangen jedesmal, ebenso wiesen die Kulturen auf Gelatine und Agar-Agar auf Bakterien hin.

Auf Gelatineplattenkulturen bildeten sich bei Zimmertemperatur und im Brutofen bei 20° C. kleine schmutzigweiße runde Tröpfchen, die sich vereinigen und grübchenförmig die Gelatine aushöhlten. Nach 5 bis 6 Tagen wurden die Grübchen ziemlich groß und waren mit einer trüben, flockigen Masse, bestehend aus verflüssigter Gelatine und Bakterien, erfüllt. Das Wachstum war bei Kulturen, die am Fenster standen, an der gegen das Licht zugewendeten Seite stärker (Fig. 19, Taf. II). Ähnliches Verhalten wie auf Gelatineplattenkulturen zeigte sich bei Gelatinestrichkulturen. In Gelatinestrichkulturen bildete sich im Brutofen bei 20° eine rasch um sich greifende, strumpfförmige Verflüssigung mit unregelmäßigen blasenartigen Ausbuchtungen und zwar war der Verflüssigungsstrumpf oben weiter als unten. Der Bacillus, zu welcher Gattung er wegen seiner Geißeln gehört, gedeiht besser bei Luftzutritt als bei Luftabschluß, was auch bei Agar-Agar und Agargelatinekulturen zu sehen war. Auf Agar-Agar breitete sich der Bacillus, zuerst kleine runde Flecken bildend, über die ganze Oberfläche in Form eines schleimigen schmutzigweißen Belages aus, verflüssigte aber Agar-Agar nicht. Bei allen Kulturen zeigte sich die Erscheinung des Fluoreszierens.

Die Geißelfärbung mit der van Emergem'schen, von Hinterberger verbesserten Methode zeigte lange, um das ganze Stäbchen sitzende Geißeln, die das Zehnfache der Länge des Organismus erreichen können (Fig. 20, Taf. II). Sporenbildung konnte nicht beobachtet werden.

Die an den Impfstellen mit hingebrachten Hyphenfäden veränderten sich in der Weise, indem die Zellen gedrungener und kürzer wurden (Fig. 14, Taf. II), unregelmäßige Formen annahmen und Conidien zu bilden schienen (Fig. 15, Taf. II). In Gelatinekulturen trat auch Chlamydosporenbildung ein. Die Chlamydosporen waren rundlich, 4 bis 12 μ groß und besaßen eine bräunliche Membran. Dieselbe Erscheinung zeigte sich bei älteren Exemplaren, auch bei solchen, die zugrunde gingen. (Fig. 16, 17, Taf. II.)

Außer den zwei erwähnten Fortpflanzungsarten besitzt der Hyphomycet des *Chondromyces glomeratus* eine dritte Art, nämlich die durch Oidien, die bei älteren Exemplaren im Innern gebildet werden, indem die Hyphen in Stücke von verschiedener Länge zerfallen, an beiden Enden sich abrunden (Fig. 18, Taf. II). Gerade diese Gebilde erinnern sehr an die Fäden, wie sie bei sämtlichen Arten von Thaxter beobachtet und abgebildet wurden. Ähnliche Gebilde beschreibt auch Zukal bei *Myxococcus*. Doch wurden sie von beiden Autoren für Bakterien oder Bildungen, die von Bakterien stammen, gehalten. Ihre Entstehung aus den langen Fäden, die wir als Hyphenfäden kennen gelernt haben, zeigt aber deutlich den Pilzcharakter.

Es geht aus den Beobachtungen und Kulturversuchen deutlich hervor, daß an dem Aufbau des *Chondromyces glomeratus* einerseits Bakterien, *Bacillus Chondromycetis glomerati*, und ein Pilz, Hyphomycet des *Chondromyces glomeratus*, beteiligt ist. Da der Pilz sich in keiner bis jetzt bekannten Gattung unterbringen läßt, außerdem ohne Bakterien nur zur Keimung gebracht werden konnte und sich nicht der vollständige Entwicklungsgang des ursprünglichen Pilzes feststellen ließ, so habe ich es vorläufig unterlassen, ihn zu benennen, um eventuell später durch Kulturversuche seine Zugehörigkeit zu ermitteln. Dazu kommt noch die eine Schwierigkeit, daß nicht ein einziges Individuum an seinem Aufbau teilnimmt, ebensowenig wie bei *Myxococcus*, sondern zahlreiche, wie aus den vielen am Grunde liegenden ausgekeimten Pilzsporen zu ersehen ist, deren Hyphen im Thallus so durcheinander laufen und sich verflechten, daß es nicht gelingen möchte, ein einzelnes Individuum herauszupräparieren.

Wie aus den dargelegten Ausführungen zu ersehen ist, ist bei den beiden zur Verfügung stehenden Arten der Gattungen *Myxococcus* und *Chondromyces*, bei *Myxococcus incrustans* und *Chondromyces glomeratus*, der Aufbau aus zwei verschiedenen Organismen, Pilzen und Bakterien, durch Experiment festgestellt worden, indem beide Komponenten unabhängig voneinander gezogen werden konnten, bei *Myxococcus* der ganze Entwicklungsgang des Pilzes, somit seine Zugehörigkeit sicher festgestellt werden konnte.

Die Ergebnisse dieser Kulturversuche zwangen zur Annahme, daß die Gebilde, wie sie auf Taf. I, Fig. 3 bis 15, dargestellt sind, und die in zahlreichen beobachteten Fällen ganz identisch sind mit den Abbildungen von *Myxococcus*, welche Thaxter und Zukal darstellten und für Bakterien und ihre Sporen hielten, nicht mit den Bakterien im Zusammenhange stehen, sondern nach ihrer ganzen Erscheinung, ihrer Sporenbildung, Keimung und Fadenbildung (Hyphen) Pilzen angehören müssen. Gegen die Annahme der Bakteriennatur spricht ja auch die Tatsache, daß dergleichen Sporenbildung bei Bakterien nicht vorkommt.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß auch bei den anderen Arten von *Myxococcus*, welche von Thaxter und Zukal beschrieben wurden, durch Experimente die Symbiose sich nachweisen läßt. Daß Bakterien an dem Aufbau beteiligt sind, ist von beiden Autoren festgestellt und ihr Verhalten zeigt ohne Zweifel auf Bakterien hin. Hingegen gleichen die Sporen, von Thaxter und Zukal für Bakteriensporen gehalten, ganz und gar Pilzsporen; die bei einzelnen Sporen beobachtete Keimung stimmt vollkommen mit der von Pilzsporen, ja aus Thaxter's und Zukal's Abbildungen (1. Taf. XXV, Fig. 40, 41; 7. Taf. XXVII, Fig. 3) sind deutlich die Hyphen zu erkennen, ebenso sind deutliche Oidien (1. Taf. XXV, Fig. 37, 39, 40, 41; 7. Taf. XXVII, Fig. 1, 4) dargestellt. Gerade die eigentümlichen, anfangs fraglichen Sporen, Hyphen und Bakterien, die mit den Abbildungen von Thaxter und Zukal übereinstimmten, veranlaßten mich, den auf dem Badeschwamme gefundenen Organismus zur Gattung *Myxococcus* zugehörig zu betrachten, so wie bei *Chondromyces* die feinen, langen fadenförmigen Gebilde, die im Innern des Thallus und in den Cysten vorkommen, seine Zugehörigkeit zu dieser Gattung ohne Zweifel erscheinen ließen.

Es könnte jemand den Einwurf machen, daß diese Gebilde zufällige Erscheinungen seien, daß ein Pilz zufällig von Bakterien befallen wird und derartige Bildungen hervorruft. Dagegen sprechen nun folgende Gründe: Erstens ist *Myxococcus incrustans* nicht nur auf einem Schwamm im erwähnten Institut, sondern auf sämtlichen im Gebrauche stehenden und zeigt

immer dieselben Bakterien, Pilzhyphen und Sporen. Zweitens zeigen die auf den ziemlich weit voneinander liegenden Fundorten gesammelten *Chondromyces glomeratus* immer denselben Bacillus, denselben Pilz; es sind also konstante Erscheinungen, wie bestimmte Pilze und Algen jedesmal dieselbe Flechte erzeugen. Drittens sprechen die zahlreichen beschriebenen Arten von *Myxococcus* und *Chondromyces* dafür.

Daß derselbe Pilz mit anderen Bakterien leben sowie dasselbe Bacterium auf verschiedenen Pilzen vorkommen kann, ist ja denkbar und höchstwahrscheinlich. Voraussichtlich bilden sie dann verschiedene Myxobacteriaceen.

Die Myxobacteriaceen sind keineswegs höchst seltene Erscheinungen, was aus den zahlreichen von Thaxter aufgefundenen Arten und den Bemerkungen Zukal's, der einige Arten wegen ihrer weiten Verbreitung kosmopolitisch nennt, hervorgeht. Es ist mir gelungen, in kurzer Zeit einige Organismen zu finden, die ohne Zweifel zu den Myxobacteriaceen gehören, doch konnte bis heute wegen der nicht vollständig gelungenen Kulturen die Zugehörigkeit des Bacteriums und des Pilzes nicht festgestellt werden. Es hat nach den jetzigen Beobachtungen den Anschein, als ob eine nicht unbedeutende Anzahl der *Fungi imperfecti* in diese Gruppe gehöre, besonders solche, in deren Diagnosen es heißt, daß der ganze Organismus in Schleim eingehüllt ist, der in vielen Fällen von Bakterien herrühren dürfte.

Welchen Zweck hat nun das Zusammenleben der beiden Organismen? Ist es eine Symbiose oder ein Parasitismus? Nehmen wir das erstere an. Es ist ja höchstwahrscheinlich, daß der Pilz Nutzen aus dem von den Bakterien gebildeten Schleim zieht, daß hingegen das Bacterium die vom Pilz ausgeschiedenen Stoffe aufnimmt. Diese Annahme ist keineswegs unanfechtbar, da sie des Beweises durch das Experiment und der chemischen Untersuchung bedarf, doch scheint sie uns wahrscheinlicher als die eines Parasitismus, infolgedessen der Pilz keinen Nutzen vom Bacterium hätte, sondern vom Bacterium wegen der ausgeschiedenen Stoffe befallen würde oder umgekehrt der Schleim des Bacteriums dem Pilze zur Nahrung diene und das Bacterium keinen Vorteil hätte. Wenn man einen Parasitismus annimmt, so wäre auch anzunehmen, daß einer

von den beiden Komponenten in seiner Entwicklung gehemmt wäre oder zugrunde gehe, was aber bei dem vorliegenden Organismus nicht der Fall ist; das Bacterium sowie der Pilz gelangen zur vollen Entwicklung und vermehren sich sehr rasch, so daß keinerlei schädigender Einfluß zu beobachten ist.

Der Parasitismus ist auch unwahrscheinlich, wenn wir noch die Fortpflanzungsorgane, die der Pilz und das Bacterium bildet, die Cysten, berücksichtigen. Die Veränderung der Pilze in der Symbiose mit den Bakterien ist nach den bis jetzt beobachteten Fällen gering, doch dürfte sie in anderen Fällen größer sein.

Entsprechend der Auffassung der Myxobacteriaceen als eine Symbiose von Pilzen und Bakterien ist die Bezeichnung Myxobacteriaceen unzweckmäßig, da sie dadurch nur nach ihrem schleimigen Aussehen, ihrer Ähnlichkeit mit den Myxophyten, mit denen sie auch einen Teil ihres Entwicklungsganges gleich haben, bezeichnet sind, außerdem sie keine Ordnung der Bakterien sind, was der Name Myxobacteriaceae bezeichnen will. Da sie sich in Bezug auf ihr Verhalten am meisten den Flechten nähern, an deren Aufbau ebenfalls zwei Organismen teilnehmen, so will ich sie nach dem Vorschlage Professors v. Wettstein »Spaltpilzflechten« bezeichnen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die *Myxobacteriaceae* Thaxter's sind nicht als eine Ordnung der Bacteriaceen aufzufassen, sondern als eine selbstständige Pflanzengruppe mit biologischen Eigentümlichkeiten, ähnlich wie die Flechten.

2. Die *Myxobacteriaceae* sind eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien, wie einerseits aus Kulturversuchen und, geleitet von diesen Experimenten, aus der diesbezüglichen Literatur zu ersehen ist.

3. Die Kulturversuche wurden an *Myxococcus incrustans* und an *Chondromyces glomeratus* gemacht, welche deutlich den Aufbau aus Pilzen und Bakterien zeigten.

4. Bei *Myxococcus incrustans* gelang es, das Bacterium und den Pilz unabhängig und getrennt voneinander zu ziehen; aus den Sporen entsteht bei Kultur in der feuchten Kammer

bei der Keimung ein Hyphenfaden, der wieder Sporen, Conidien abschnürt. Das Bacterium zeigt die typische Erscheinung der Bakterien bei Färbungen und Kulturversuchen auf Gelatine und Agar-Agar und bildet Sporen, die für Bakterien charakteristisch sind. *Myxococcus incrustans* besitzt Fortpflanzungsorgane beider Komponenten, des Pilzes und Bacteriums, die sogenannten »Cysten«, die aus Conidien und Bakterien bestehen, eingehüllt in Schleim, der an der Luft erhärtet und eine gemeinsame Hülle bildet.

5. Bei *Chondromyces glomeratus* gelang ebenfalls die Trennung und separierte voneinander unabhängige Kultur der Pilze und Bakterien. Die Bakterien wuchsen auf Gelatine, Agar-Agar ohne Pilz, färbten sich nach den für die Bakterien gebräuchlichen Methoden und besitzen Geißeln. Sporenbildung des Bacillus wurde nicht beobachtet. Die Pilzspore konnte zwar zur Keimung gebracht werden, doch gelang es nicht, Conidienträger und Conidien zu erzeugen; das Vorhandensein von deutlichen Hyphen, Conidienträgern, die eine dichte Schicht bilden, Conidien und Chlamydosporenbildung innerhalb des Thallus und auf Gelatinekulturen weist zweifellos auf einen Pilz hin. Außerdem ist bei alten Exemplaren Oidienbildung zu beobachten, wobei solche Gebilde zustande kommen, wie sie Thaxter und Zukal abgebildet und als den Bakterien angehörig beschrieben haben.

6. Aus der diesbezüglichen Literatur ist zu ersehen, daß sämtliche Arten von *Myxococcus* aus Bakterien und Pilzen zusammengesetzt sind. Die Bakterien zeigen dasselbe Verhalten, das für Bakterien eigentümlich ist; die ihnen zugeschriebenen Sporen und die daran sitzenden fadenförmigen Gebilde sind Pilzsporen mit Hyphen, da sie die für Pilzsporen und Hyphen charakteristische Beschaffenheit, keineswegs aber mit den Bakteriensporen und Bakterien irgendwelche Ähnlichkeit und Analogon besitzen. Bei einer Art sind Cysten bekannt.

Chondromyces-Arten zeigen ebenfalls typische Hyphenfäden, die den Thallus durchziehen, Sporen bilden, wie die von Zukal gegebene Beschreibung von *Chondromyces crocatus* (respektive *Myxobotrys variabilis*) zeigt. Cysten sind fast bei allen bekannt. Bei den Gattungen *Myxobacter* und *Cystobacter*

läßt sich die Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien nicht mit voller Sicherheit feststellen, doch ist sie mehr als wahrscheinlich.

7. Der Zweck der Symbiose ist vermutlich der, daß die von den Pilzhyphen ausgeschiedenen Stoffe von Bakterien verbraucht werden, der Schleim der Bakterien den Pilzhyphen zu gute kommt.

8. Die Bezeichnung *Myxobacteriaceae* scheint infolge der Auffassung einer Symbiose unzweckmäßig, da sie den eigentlichen Sachverhalt nicht zum Ausdruck bringt und ursprünglich etwas anderes damit bezeichnet wurde. Hingegen ist der Name Spaltpilzflechten nach Vorschlag von v. Wettstein für diese Gruppe bezeichnender, da sie mit Bezug auf ihren Aufbau mit Flechten mehr Ähnlichkeit besitzt als mit Myxophyten, außerdem die Bezeichnung *Bacteriaceae* in Bezug auf die Systematik verwirrend wirken würde, da wir es nicht mit einer Ordnung von Bakterien zu tun haben.

Diagnosen.

Myxococcus incrustans n. sp.

Taf. I und II, Fig. 1 bis 5.

Bildet rosarote oder blaßrote, schleimige, glänzende, 1 bis 2 *mm* hohe Tröpfchen, die zusammenfließen und einen rosaroten Überzug auf dem Substrat bilden, so daß er das Aussehen eines Schleimpilzes darbietet. Ältere Kulturen werden schwärzlich glänzend. Ein einzelnes Tröpfchen oder der ganze Überzug besteht aus stäbchenförmigen Organismen (Bakterien) und aus Hyphen mit Conidien (Pilz), die in Symbiose leben. Diese beiden Komponenten sind das *Bacterium Myxococci incrustantis* n. sp. und der Hyphomycet *Torula Myxococci incrustantis* n. sp.; da weder das Bacterium noch der Pilz mit bereits beschriebenen Arten indentifiziert werden konnte, beschreibe ich sie als neue Arten. Beide zusammen bilden ein gemeinsames Vermehrungsorgan, die »Cysten«, bestehend aus Conidien oder Conidienketten und Hyphen, welche umgeben sind von Bakterien und Schleim. Das ganze Gebilde ist eingeschlossen

von einer gemeinsamen Hülle, die wahrscheinlich aus erhärtetem Schleim besteht. Größe sehr verschieden, 20 bis 90 μ.

Torula Myxococci incrustantis n. sp.

Hyphen niederliegend, 3 bis 5 μ dick, dunkelbraun, glatt, conidientragende Äste sehr kurz, Conidien in Ketten gebildet, einzeln oder in Verbänden sich loslösend, einzellig, dunkelbraun, kugelig glatt, 4 bis 8 μ im Durchmesser, Oidienbildung durch Zerfall einzelner Hyphenfäden; aus den Oidien sprossen Conidien aus.

In der feuchten Kammer, zwischen Objektträger und Deckglas kultiviert, keimen die einzelnen Conidien, treiben Hyphen aus, bestehend aus langgestreckten Zellen, die etwas dünner und länger sind als die Hyphenzellen in Symbiose mit dem Bacterium. An den Hyphen entstehen wieder Conidien von fast derselben Größe und demselben Aussehen wie die ursprünglichen.

Auf Gelatine gezüchtet, wächst es anfangs sehr stark, bildet lange Fäden, an denen Conidien entstehen. Da das Bacterium die Gelatine verflüssigt, so sind nach kurzer Zeit die Pilzhyphen nicht mehr zu beobachten. Auf Agar-Agar scheinen sie sich nicht weiter zu entwickeln.

Bacterium Myxococci incrustantis n. sp.

Großes, dickes Stäbchen mit abgerundeten Ecken, ohne Eigenbewegung, einzeln, nur in Kulturen zu Ketten vereinigt. Die Dicke eines Stäbchens beträgt 1·4 bis 1·7 μ, die Länge 3 bis 4 μ, ovale Sporen bildend, die einzelne Spore ist zirka 2 μ lang und 1·5 μ dick. Rosaroten Farbstoff produzierend, welche Fähigkeit in Kulturen auf Gelatine und Agar verloren geht. Schleimbildend.

Auf G e l a t i n e p l a t t e n k u l t u r e n bei Zimmertemperatur gezogen, sind die Kolonien nach 12 Stunden sichtbar und zwar die oberflächlich gelegenen stärker entwickelt als die eingeschlossenen. Von der Impfstelle strahlen weiße Fäden nach allen Richtungen aus, die sich teils netzartig verzweigen, teils

auch in gerader Richtung verlaufen und allmählich die ganze Oberfläche mit einem Fadennetz überziehen.

Bei 12facher Vergrößerung zeigen sich dicke Fäden, welche sich vielfach verästeln, die sich bei 80facher Vergrößerung in einzelne feine Bakterienketten auflösen. Im Brutofen bei 20° gezüchtet, überziehen diese mycelartigen, aus Ketten von Bakterien bestehend, die Oberfläche nach 24 Stunden in einem Umkreis von 1 *cm*, während von den eingeschlossenen Kolonien nach allen Seiten feine Fäden in die Gelatine auslaufen. Nach weiteren 24 Stunden schwimmt bereits ein Häutchen, aus ineinander verflochtenen Bakterienketten bestehend, auf der verflüssigten Gelatine, während am Rande der flachen Aushöhlung die Bakterienfäden auf der Oberfläche der Gelatine weiterwachsen. Nach mehreren Tagen ist die ganze Gelatine verflüssigt und es zeigen sich Fetzen von Häutchen zum Teil noch auf der Oberfläche oder am Grunde der verflüssigten Gelatine.

Auf der Gelatinestrichkultur zeigt sich dasselbe Verhalten wie bei der Gelatineplattenkultur.

In der Gelatinestichkultur im Brutofen bei 20° ist der Stichkanal nach 12 Stunden schon deutlich sichtbar, nach weiteren 12 Stunden ist ein großer Verflüssigungsstrumpf zu beobachten, der ziemlich weit ist, nach unten bis zum Grunde sich allmählich verengt; er ist mit trübflüssiger Gelatine gefüllt, am Rande gehen feine Strahlen in die noch feste Gelatine aus, an der Oberfläche kommt es zur eigentlichen Hautbildung so wie bei den beiden vorhin erwähnten Kulturen.

Auf schrägem Agar (Strichkultur) breitet sich im Brutofen bei 20° vom Impfstrich rasch ein weißer Belag über die ganze Oberfläche aus, ähnlich dem netzartig verzweigten Überzug bei Gelatinestrich- oder Plattenkultur. Agar wird nicht verflüssigt. Bei weiterer Kultur bildet sich ein dichter Belag von ineinander verflochtenen Bakterienketten.

Auf Agar-Agarplattenkulturen bildet sich wie bei der Strichkultur, von der Impfstelle ausgehend, ein Netz von feinen weißen Fäden; die eingeschlossenen Kolonien senden nach allen Richtungen strahlenförmig Fäden aus, doch bleiben sie bedeutend hinter den auf der Oberfläche befindlichen zurück.

Bei Agar-Agarstichkultur bildet sich oben ein Netzwerk von feinen Fäden, bestehend aus Bakterienketten, während die im Innern des Nährbodens befindlichen sich weitaus langsamer entwickeln als die oberflächlich gelegenen.

Kulturversuche auf sterilisiertem Brot und Kartoffeln ergaben negative Resultate.

Wächst bei Luftzutritt und Luftabschluß, bei ersterer Bedingung günstiger.

Myxococcus incrustans wurde auf einem Badeschwamm gegefunden, der mehrere Jahre zum Naßmachen von gummiertem Papier im botanischen Museum der k. k. Universität in Wien benützt wurde; er ist auf sämtlichen, zu ähnlichen Zwecken gebrauchten Schwämmen des genannten Institutes zu finden und zwar als schwärzliche, schleimig glänzende Flecken. Die Vegetationszeit ist bis jetzt nur in den Monaten Februar, März, April beobachtet.

Nach der Vegetationszeit wird der Organismus schwärzlich und bleibt das ganze Jahr hindurch schwärzlich glänzend, nur hie und da einige Hyphenfäden in die Luft treibend.

Sein Vorkommen dürfte nicht an Badeschwämmen gebunden sein, da ja nicht der Badeschwamm das eigentliche Substrat für den Organismus ist, sondern der den Badeschwamm durchtränkende Gummi.

Chondromyces glomeratus n. sp.

Thallus sitzend, von verschiedener Gestalt, längliche, 2 bis 5 *mm* hohe Säulchen oder Zäpfchen oder niedergedrückte Lappen, die teilweise schwach gewunden sind, bildend, in der Gesamterscheinung an Tremellineen erinnernd, von weich knorpeliger Beschaffenheit und blaßroter bis kirschroter Farbe. Fast immer zu einem Häufchen vereinigt, nach der Vegetationsperiode sich auflösend und dunkelrote Flecke auf dem Substrate zurüklassend, die schließlich schwarz und hart werden.

Zusammengesetzt ist der Thallus aus einem conidientragenden Hyphomycet, zwischen den einzelnen Hyphen und dem ganzen Thallus einhüllend zahlreiche bewegliche Bakterien, *Bacillus Chondromycetis glomerati.*

Hyphomycet des Chondromyces glomeratus.

Hyphen hyalin, septiert, 1·5 bis 3 μ dick, aufrecht, einzelne Zellen sehr lang, Conidienträger am Rande des Thallus dicht beisammen stehend und eine Conidienschichte bildend. Conidienträger reich verzweigt, mehreremale gabelig geteilt, aufrecht, untere Conidienträgerzellen dicker und gedrungener als die anderen.

Conidien in Ketten stehend, ohne Sterigmen unmittelbar der Spitze des Trägers aufsitzend, einzellig, kugelig bis oval, bräunlich, 7 bis 12 μ im Durchmesser, Membran dünn, das Innere von kleinen, stäbchenförmigen, lichtbrechenden Körperchen erfüllt, Kern ziemlich groß; bei der Keimung wächst die Spore in einen langen Hyphenfaden aus.

In älteren Exemplaren bilden sich im Innern Chlamydosporen, die rundlich und 4 bis 12 μ groß sind; Membran ist dünn und schwach bräunlich oder hyalin, sie unterscheiden sich wenig von den Conidien. Chlamydosporenbildung tritt auch bei Gelatinekulturen ein. In älteren Exemplaren zerfallen die Hyphenfäden bisweilen in Oidien von verschiedener Länge.

In Gelatinekulturen werden die Hyphen dicker, die Zellen kürzer und gedrungener und schnüren Conidien ab. In der feuchten Kammer keimen die Sporen, doch konnte bis jetzt der ganze Entwicklungsgang eines Individuums nicht festgestellt werden, weshalb die Einreihung des Pilzes bis jetzt schwer möglich ist.

Bacillus Chondromycetis glomerati n. sp.

Bewegliche Stäbchen von 0·5 bis 1 μ Dicke und zirka 2 μ Länge, mit abgerundeten Enden, oft zu zweien aneinanderhängend und dann gekrümmt erscheinend. Die Stäbchen besitzen auf dem ganzen Körper zarte Geißeln (peritrich), die sehr lang sind und das Zehnfache der Länge des Stäbchens erreichen und sich leicht nach der van Emergem'schen, von Hinterberger verbesserten Methode färben. Sporenbildung ist nicht beobachtet. Der rote Farbstoff, den sie ausscheiden, geht bei Kulturversuchen verloren.

Auf Gelatineplattenkulturen sind die Kolonien bei Zimmertemperatur gewöhnlich erst nach 48 Stunden als ganz kleine, mit freiem Auge schon erkennbare, runde, grauweiße Punkte wahrzunehmen.

Im weiteren Verlaufe macht sich zunächst an den oberflächlich gelegenen Kolonien eine Einsenkung der Gelatine bemerkbar, in der die punktförmigen Kolonien auf dem Boden liegen; in 5 bis 6 Tagen sind die verflüssigten Grübchen schon ziemlich groß (3 bis 5 *mm* im Durchmesser) und mit trüber, flockiger Masse erfüllt. Das Wachstum ist gegen das Licht zu stärker, wie beim Fenster aufgestellte Kulturen zeigen.

Auf Gelatinestrichkulturen zeigt sich dasselbe Verhalten wie bei Plattenkulturen.

In Gelatinestichkulturen zeigt sich im Brutofen bei 20° eine rasch um sich greifende, strumpfförmige Verflüssigung mit unregelmäßigen blasenartigen Ausbuchtungen.

Auf Agar-Agarplattenkulturen sowie Strichkultur bildet sich ein schmutzigweißer schleimiger Überzug, der anfangs runde Flecken bildet, später die ganze Oberfläche überzieht und den Nährboden nicht verflüssigt.

In Agar-Agargelatinestichkulturen zeigt sich ein ähnliches Verhalten wie bei Gelatinekulturen, nur ist die Verflüssigung keine so rasche und weitgehende. Bei allen Kulturen zeigt sich die Erscheinung des Opalisierens. Wächst bei Luftzutritt günstiger als bei Luftabschluß.

Chondromyces wächst auf nicht zu alten Buchenstrünken, die auf feuchten Orten stehen. Bis jetzt an drei Stellen im Wienerwald, bei Stössing, Purkersdorf und bei Klosterneuburg, gefunden.

Literaturverzeichnis.

1. Thaxter R.. On the Myxobacteriaceae, a new order of Schizomycetes. Botanical Gazette, 1892, Vol. XVII, p. 389.
2. — Further observations of the Myxobacteriaceae. Botanical Gazette, 1897, Vol. XXIII, p. 395 to 411.
3. Schröter, Kryptogamenflora von Schlesien. III. Bd., I. Lief. p. 170.

4. Berkley et Curtis, North Amer. Fungi n. 600. Berk. Intr. Bot. Crypt., p. 313, f. 70 *a*, nach Saccardo, Sylloge Fungorum. Vol. IV, p. 576.
5. Zukal Hugo, *Myxobotrys variabilis* Zuk. als Repräsentant einer neuen Myxomycetenordnung. Ber. der deutschen bot. Ges., Bd. XIV, 1896.
6. — Notiz zu meiner Mitteilung über *Myxobotrys variabilis* Zuk. im 9. Hefte des Jahrganges 1896. Ber. der deutschen bot. Ges., Bd. XV 1897, S. 17.
7. — Über die Myxobakterien. Ber. der deutschen bot. Ges, Bd. XV, 1897.

Erklärung der Figuren.

Tafel I.

Myxococcus incrustans.

Fig. 1. Thallus in natürlicher Größe; links ein noch isoliert stehender, rechts ein aus mehreren zusammengeflossen bestehender Thallus.

Fig. 2. Querschnitt durch einen jungen Thallus; in der unteren Hälfte hauptsächlich Hyphen, zwischen und über denen die Bakterien liegen. Etwas schematisiert; 80fach vergrößert.

Fig. 3. Ein Stück des Thallus stark vergrößert (650fach), bestehend aus einem Faden rundlicher Zellen, Conidien, und einem Faden länglicher Zellen, Hyphen *(Torula Myxococci incrustantis)*, zwischen denselben Bakterien *(Bacterium Myxococci incrustantis)*.

Fig. 4 bis 29. *Torula Myxococci incrustantis.*

Fig. 4 bis 9. Einzelne isolierte Hyphenfäden aus einem in regem Wachstume begriffenen Thallus. Fig. 5 und 8 zeigen Bildung von Conidien, Fig. 6 und 9 keimende Conidien. Vergr. 650fach.

Fig. 10 bis 12. Conidien, zwei Tage trocken gehalten, Membran etwas verdickt und stark braun gefärbt. Vergr. 860fach.

Fig. 13 bis 16. Hyphen aus einer Kultur in der feuchten Kammer; Fig. 13 und 14 Keimung einer isolierten Spore, Fig. 15 ein vorgeschrittenes Stadium; Fig. 16 an den in der feuchten Kammer gezogenen Hyphenfäden bilden sich wieder Conidien. Fig. 13, 14, 15 650fach vergrößert, Fig. 16 270fach.

Fig. 17 und 18. Fäden aus einer Gelatineplattenkultur aus der Impfstelle, Conidien bildend. Vergr. 650fach.

Fig. 19 bis 29. Einzelne Hyphenfäden und Conidienketten aus einem Thallus nach der Vegationsperiode, wo er bereits die rötliche Farbe verloren hat und schwarz glänzend geworden ist. Fig. 19, 20, 21 Conidienketten; Fig. 22, 24, 25, 27, 28 Hyphenfäden, in einzelne Oidien zerfallend; Fig. 23, 26, 29 an den Oidien einzelne oder mehrere Conidien ansitzend. Vergr. 700fach.

Fig. 30. Cyste von *Myxococcus incrustans.* In der Hülle, die geplatzt ist, liegen Conidien und Bakterien. Vergr. 650fach.

Tafel II.

Fig. 1 bis 5. *Bacterium Myxococci incrustantis.*

Fig. 1. Mycelartiger Überzug aus Bakterienketten auf einer Gelatineplattenkultur nach 24 Stunden. Natürliche Größe.

Fig. 2. Einzelne Fäden dieses Überzuges, die Verästelung zeigend, zwölfmal vergrößert.

Fig. 3. Ende eines solchen Fadens, bestehend aus Bakterien, die teils einzeln, teils noch in Ketten sind. 650fach vergrößert.

Fig. 4. Teil vom Rande eines Häutchens, das sich auf der Gelatineplattenkultur bildet, in einzelne Ketten zerfallend. 900fach vergrößert.

Fig. 5. Einzelne Bakterien mit Sporen, rechts Bakterienketten. Vergr. 1200fach.

Fig. 6 bis 20. *Chondromyces glomeratus.*

Fig. 6. Habitusbilder in natürlicher Größe, auf einem Buchenstrunk aufsitzend, nach einer Photographie.

Fig. 7. Schematischer Querschnitt durch einen jungen Thallus, die dunkle Linie am Rande die Conidienschichte bezeichnend. 50fach vergrößert.

Fig. 8. Conidienschichte stärker vergrößert (460fach), gegen links zu das Innere des Thallus.

Fig. 9. Ein Teil eines Conidienträgers mit Conidien. 800fach vergrößert.

Fig. 10. Ein junger Conidienträger, noch ohne Conidien. 800fach vergrößert.

Fig. 11. Ein einzelner Ast mit einer Conidienkette. 800fach vergrößert.

Fig. 12. Einzelne Conidien. 800fach vergrößert.

Fig. 13. Keimende Spore aus einer feuchten Kammer. 800fach vergrößert.

Fig. 14. Pilzhyphen aus einer Gelatineplattenkultur, die veränderten kurzen gedrungenen Zellen im Gegensatz zu den ursprünglichen dünnen und langgestreckten zeigend. 650fach vergrößert.

Fig. 15. Pilzhyphen aus einer Gelatineplattenkultur, Sporen abgliedernd. 650fach vergrößert.

Fig. 16. Pilzhyphen aus einer Gelatinestrichkultur, Chlamydosporenbildung. 650fach vergrößert.

Fig. 17. Pilzhyphen aus einem älteren zerfallenden Thallus, Chlamydosporenbildung. 650fach vergrößert.

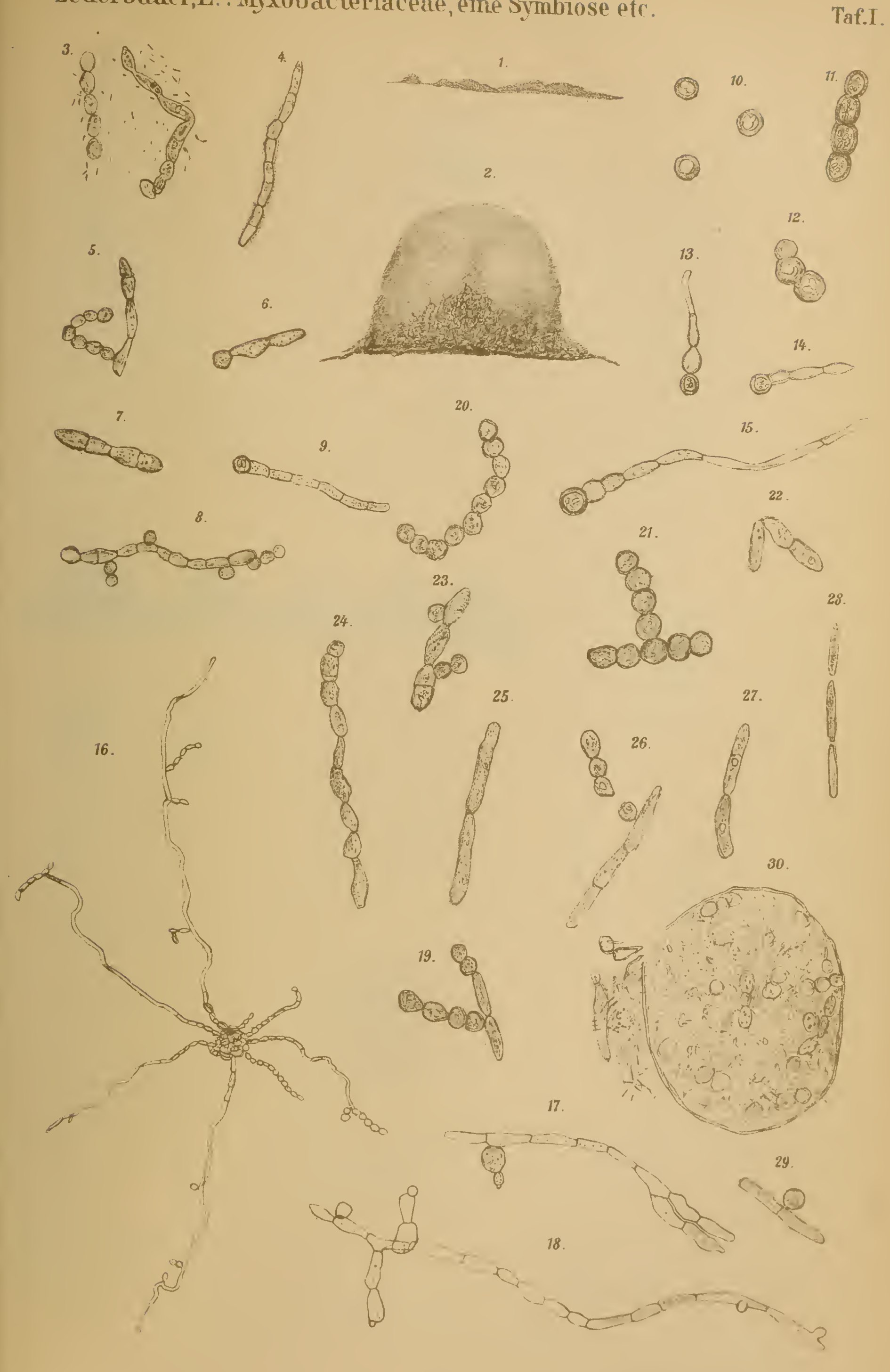
Fig. 18. Zerfallende Hyphen, Oidien, aus einem alten Thallus. 650fach vergrößert.

Fig. 19 und 20. *Bacillus Chondromycetis glomerati.*

Fig. 19. Gelatineplattenkultur, 24 Stunden in Zimmertemperatur kultiviert, gegen das Licht zu wachsend. Natürliche Größe.

Fig. 20. Einzelne Bakterien mit den nach der van Emergem'schen, von Hinterberger verbesserten Methode gefärbten Geißeln. 1200fach vergrößert.

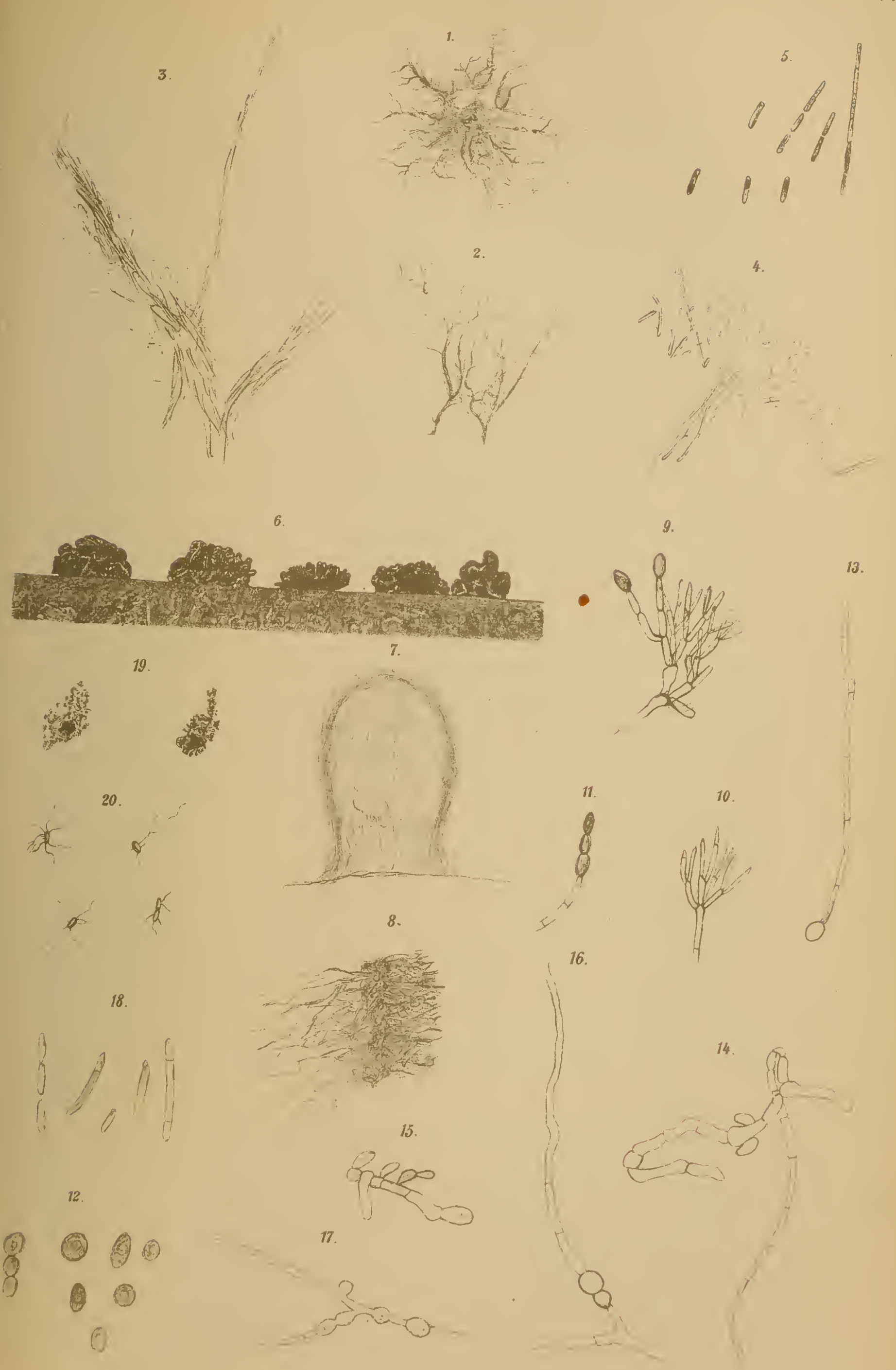
Zederbauer, E.: Myxobacteriaceae, eine Symbiose etc. Taf. I.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Zederbauer, E.: Myxobacteriaceae, eine Symbiose etc.

Taf. II.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien